



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
DE 195 39 551 A 1

51 Int. Cl. 6:  
F 15 B 15/28  
G 01 D 5/42

21 Aktenzeichen: 195 39 551.4  
22 Anmeldetag: 12. 10. 95  
43 Offenlegungstag: 17. 4. 97

DE 195 39 551 A 1

*Bohlen 2*

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE; Bolenz & Schäfer,  
35216 Biedenkopf, DE

74 Vertreter:  
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

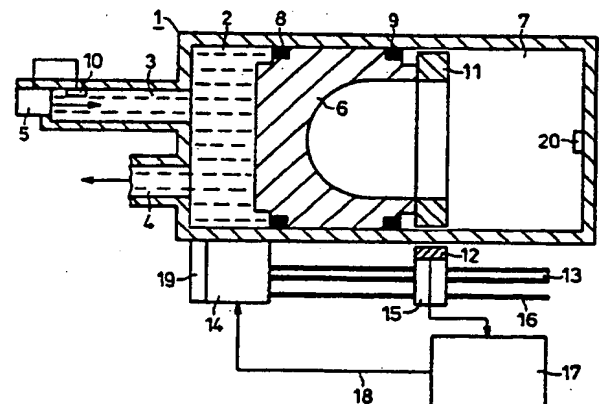
72 Erfinder:  
Schuckar, Detlev, 12355 Berlin, DE; Wege, Manfred,  
35075 Gladenbach, DE

58 Entgegenhaltungen:  
DE 40 18 318 A1  
DE 92 18 883 U1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Meßsystem und Verfahren zur Erfassung der Position eines Kolbens

57 Bei einem Meßsystem zur Erfassung der Position eines in einem druckbeaufschlagbaren Zylinder (1) bewegbaren Kolbens (6) ist innerhalb des Zylinders (1) ein mit dem Kolben (6) verbundener Positionsgeber (11) beispielsweise in Form eines Magneten vorgesehen sowie ein entlang der Bewegungsbahn des Positionsgebers (11) mittels eines Antriebs (13, 14) außerhalb des Zylinders (1) antreibbarer Sensor (12), der in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu dem Positionsgeber (11) eine Signalstärke erfaßt. Mittels einer Regeleinrichtung (17) wird der Sensor (12) derart angetrieben, daß er eine maximale Signalstärke nachweist. Durch die Erfassung der Position des Sensors (12) kann auf die Position des Positionsgebers (11) geschlossen werden.



DE 195 39 551 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Meßsystem zur Erfassung der Position eines in einem druckbeaufschlagbaren Zylinder bewegbaren Kolbens.

Ein solches Meßsystem ist beispielsweise aus der Betriebsanleitung zu dem Siemens-Hochspannungs-Leistungsschalter 3AT2, Seite 300/6 bis 300/7 bekannt. Dort ist ein Zylinder beschrieben, in dem ein an der Zylinderwand dichtender Kolben gleitet und in dem auf einer Seite des Kolbens Hydrauliköl und auf der anderen Seite des Kolbens Stickstoff in Gasform vorgesehen ist. Der Zylinder dient als Energiespeicher für den Antrieb des Schalters und wird durch Einpressen von Hydrauliköl und entsprechendes Komprimieren des Stickstoffs mit Energie aufgeladen. Der in dem Zylinder herrschende Druck wird über Druckwächter kontrolliert und ggf. wird Hydrauliköl nachgepumpt. Die Stickstoffmenge, die in dem Zylinder vorhanden ist, soll konstant bleiben und es sollen sich nur Druck und Temperatur ändern. Geht jedoch Stickstoff durch die nicht idealen Dichtungen verloren, so ergibt sich bei gleichem Hydraulikdruck eine veränderte Stellung des Kolbens, die über mehrere ortsfeste Näherungsschalter erfaßt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Meßsystem der eingangs genannten Art mit einem möglichst geringen konstruktiven Aufwand und geringen Kosten eine genaue und zuverlässige Positionsmessung zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen mit dem Kolben verbundenen Positionsanzeiger, einen entlang der Bewegungsbahn des Positionsanzeigers außerhalb des Zylinders mittels eines Antriebs antreibbaren Sensors, der in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu dem Positionsanzeiger eine Signalstärke erfaßt, eine mit dem Sensor verbundene Regeleinrichtung, die Befehle an den Antrieb abgibt und hierdurch die Position des Sensors einstellt, in der dieser eine maximale Signalstärke erfaßt, und eine Vorrichtung zur Erfassung der Position des Sensors.

Der Sensor wird durch die Regeleinrichtung mittels des Antriebs solange an dem Zylinder entlang bewegt, bis daß er eine maximale Signalstärke nachweist und damit anzeigt, daß er bis auf den nächstmöglichen Abstand an den Positionsanzeiger herangerückt ist.

In dieser Stellung kann aus der Position des Sensors auf die Position des Positionsanzeigers in dem Zylinder geschlossen werden. Ein eventuell vorhandener Abstand zwischen Positionsanzeiger und Sensor in Bewegungsrichtung des Kolbens bei maximaler Signalstärke kann zur Eichung des Meßsystems zunächst ohne Druckbeaufschlagung des Zylinders ausgemessen und später im Betrieb bei Messungen berücksichtigt werden.

Durch die erfindungsgemäße Konstruktion wird nur ein einziger Sensor benötigt und die Position des Kolbens kann dennoch sehr genau erfaßt werden. Es ergibt sich auch zwanglos eine automatische Funktionsprüfung des Sensors, da dieser in jeder Stellung des Kolbens in eine Position gefahren werden kann, in der er Signale empfängt. Wenn der Sensor trotz seiner Bewegung entlang der Bewegungsbahn des Positionsanzeigers keine Signale nachweist, so ist dies ein Hinweis auf einen Funktionsmangel. Eine solche einfache Überprüfungsmöglichkeit ist bei einem System mit mehreren im Abstand voneinander feststehenden Sensoren zur Erfassung eines Positionsanzeigers schwieriger.

Die Messung der Position des Sensors ist mit herkömmlichen Methoden außerhalb des druckbeauf-

schlagbaren Zylinders sehr einfach möglich, beispielsweise mittels eines Widerstandsabgriffs oder durch eine der im folgenden beschriebenen Vorrichtungen.

Aus der mittels des Meßsystems bestimmten Position des Positionsanzeigers kann auf einfache Weise das durch den Kolben abgetrennte Teilvolumen des Zylinders bestimmt werden. Es kann im Bereich des Zylinders ein Temperaturmeßsensor vorgesehen sein, so daß auch die Temperatur des Füllmediums als Meßgröße zur Verfügung steht.

Das Teilvolumen kann beispielsweise mit einem Gas, insbesondere mit Stickstoff gefüllt sein, das als Energiespeicher für einen Hochspannungs-Leistungsschalter dient.

Aus dem Volumen, der Temperatur und dem Druck des Stickstoffs, der im wesentlichen dem anstehenden Hydraulikdruck entspricht, läßt sich dann mit bekannten Konstanten die Menge des in dem Volumen vorhandenen Stickstoffs bzw. die Anzahl der Moleküle bestimmen oder zu einer Referenzmenge von Stickstoff in Beziehung setzen. Auf diese Weise kann beispielsweise mittels einer Auswerteinrichtung die noch in dem Zylinder zur Verfügung stehende Gasmenge ermittelt und entschieden werden, ob diese für die Speicherung der zum Schalten eines Hochspannungsschalters notwendigen Energie ausreicht. Reicht die Gasmenge nicht mehr aus, so kann beispielsweise ein Warnsignal abgegeben oder der Schalter gesperrt oder ausgeschaltet werden.

Die Vorrichtung zur Erfassung der Position des Sensors kann vorteilhaft eine Auswerteinrichtung zur Erfassung und Auswertung der von dem Regelsystem an den Antrieb abgegebenen Stellsignale und zur Bestimmung der Position des Kolbens aus dessen Ausgangsstellung und den Stellsignalen aufweisen.

Die Stellsignale liegen üblicherweise bereits in Form von elektrischen Signalen vor und können an eine Auswerteinrichtung direkt abgegeben werden.

Es kann auch vorteilhaft vorgesehen sein, daß die Vorrichtung zur Erfassung der Position des Sensors eine Einrichtung zur Erfassung der Aktivität des Antriebs und eine Einrichtung zur Bestimmung der Position des Kolbens aus dessen Ausgangsstellung und der erfolgten Aktivität des Antriebs aufweist.

Die Einrichtung zur Erfassung der Aktivität des Antriebs kann beispielsweise, wenn der Antrieb einen rotierenden Motor aufweist, durch ein Zählwerk gebildet sein, das die Umdrehungen des Motors zählt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Positionsanzeiger einen Magneten aufweist und daß der Sensor zum Nachweis von magnetischen Feldern geeignet ist.

Solche magnetischen Felder lassen sich mittels sensibler Sensoren auch durch relativ dicke, metallische Zylinderwände nachweisen. Diese Art der Signalübertragung ist besonders unter den harten Einsatzbedingungen eines Hochspannungs-Leistungsschalters wenig verschmutzungs- und störungsanfällig.

Es kann ein Funktionieren über Jahre hinaus gewährleistet werden.

Es kann auch vorteilhaft ein Ultraschallsender zur Einstrahlung von Ultraschallsignalen in den Zylinder vorgesehen sein und der Sensor kann in diesem Fall ein Ultraschallsensor sein.

Auch hierdurch ist die Lokalisierung eines Positionsanzeigers möglich, der im Inneren eines Zylinders mit einem Kolben verbunden ist. Als Positionsanzeiger kann in diesem Fall bereits eine Kolbenfläche dienen, die im Ultraschallbild eine scharfe Reflexionskante bil-

det.

Die Erfindung bezieht sich außerdem auf ein Verfahren zur Erfassung der Position eines in einem druckbeaufschlagbaren Zylinder bewegbaren Kolbens, bei dem mit dem Kolben ein Positionsanzeiger verbunden ist und mittels einer Regeleinrichtung ein Sensor, der in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu dem Positionsanzeiger eine Signalstärke erfaßt, entlang der Bewegungsbahn des Positionsanzeigers außerhalb des Zylinders mittels eines Antriebs derart angetrieben wird, daß eine Position des Sensors eingestellt wird, an der dieser eine maximale Signalstärke mißt und daß danach die Position des Sensors erfaßt und hieraus die Position des Kolbens bestimmt wird.

Die Erfindung umfaßt außerdem ein Verfahren zur Erfassung der innerhalb eines Zylinders gespeicherten Gasmenge, bei dem zunächst mittels des obengenannten Verfahrens die Position des Kolbens erfaßt wird und aus der Position des Kolbens das Gasvolumen bestimmt und aus dem auf den Kolben wirkenden Hydraulikdruck der Gasdruck bestimmt sowie die Temperatur gemessen wird und daß aus den Größen Druck, Temperatur und Volumen die innerhalb des Zylinders befindliche Gasmenge bestimmt oder zu einer Referenzgasmenge in Beziehung gesetzt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in einer Zeichnung gezeigt und anschließend beschrieben.

Dabei zeigt

Fig. 1 schematisch das erfindungsgemäße System mit einer ersten Vorrichtung zur Erfassung der Position des Sensors,

Fig. 2 das erfindungsgemäße Meßsystem mit einer zweiten Vorrichtung zur Erfassung der Position des Sensors,

Fig. 3 eine weitere Ausgestaltung der Vorrichtung zur Erfassung der Position des Sensors.

In der Fig. 1 ist ein Hydraulikzylinder 1 für den Antrieb eines nicht dargestellten Hochspannungs-Leistungsschalters dargestellt. Ein erster Bereich 2 des Zylinders 1 ist mit einem Hydrauliköl gefüllt. Der Zylinder 1 weist zwei Anschlüsse 3, 4 auf, wobei an den einen Anschluß 3 eine Hydraulikpumpe 5 angeschlossen ist, die das Hydrauliköl mit einem bestimmten, einstellbaren Druck von mehreren Bar beaufschlagt. Mit ansteigendem Druck wandert der Kolben 6 innerhalb des Zylinders 1, um dem Hydrauliköl Platz zu machen und verringert dabei das Gasvolumen 7, das beispielsweise mit Stickstoff gefüllt ist. Dabei entspricht der Gasdruck in dem Gasvolumen 7 im wesentlichen dem anstehenden Hydraulikdruck, da der Kolben 6 frei beweglich ist. Der Kolben 6 ist mittels Dichtungen 8, 9 an der Innenwand des Zylinders 1 abgedichtet.

Der Zylinder 1 weist einen weiteren Anschluß 4 auf, an den ein mittels des Hydrauliköls betätigbarer Antriebszylinder angeschlossen ist, der nicht dargestellt ist. Zur Betätigung des Antriebszylinders wird schlagartig über ein Ventil Hydrauliköl aus dem Zylinder 1 abgelassen. Als Energiespeicher dient dabei das sich ausdehnende kompressible Gas in dem Gasvolumen 7. Das Hydrauliköl ist wegen seiner weitgehenden Inkompressibilität für sich kaum in der Lage, Energie in nennenswertem Maß zu speichern.

Ein Druckwächter 10 überwacht den Hydraulikdruck und steuert zum Nachpumpen von Hydrauliköl die Pumpe 5 an.

Es muß verhindert werden, daß Gas aus dem Gasvolumen 7 entweicht, da mit abnehmender Gasmenge die

Fähigkeit zur Energiespeicherung abnimmt.

Dies ist insbesondere deshalb wichtig, da Hochspannungs-Leistungsschalter sehr wartungsfreundlich sind und oft über Jahre nicht gewartet zu werden brauchen.

Es ist daher notwendig, die in dem Gasvolumen 7 verbliebene Gasmenge zu bestimmen.

Die Anzahl der Gasmoleküle, die sich im Gasvolumen 7 befinden, läßt sich aus dem Volumen, dem herrschenden Druck und der Temperatur bei Kenntnis der Gaskonstante unter Berücksichtigung der Gasgleichung bestimmen. Da der Druck im wesentlichen unter Zuhilfenahme eines Druckwächters 10 bestimmbar und auch die Temperatur meßbar ist, bleibt lediglich die Position des Kolbens 6 und damit das Gasvolumen zu bestimmen, um danach aus den gegebenen Größen die Gasmenge in dem Gasvolumen 7 berechnen zu können.

Zu diesem Zweck ist an dem Kolben 6 als Positionsanzeiger ein Magnet 11 befestigt, dessen Magnetfeld wenigstens teilweise durch die Wand des Zylinders 1 hindurchgreift und von einem Sensor 12 registriert wird. Der Sensor 12 ist auf einer Spindel 13 durch Drehung der Spindel 13 mittels eines Motors 14 verschiebbar. Dabei ist der Sensor 12 in einer Halterung 15 befestigt, die durch eine Stange 16 bei Betätigung der Spindel 13 gegen Mitdrehen gesichert ist.

Der Sensor 12 kann beispielsweise ein Hall-Sensor sein.

Durch Betätigung des Motors 14 kann der Sensor 12 an dem Zylinder 1 entlang bewegt werden. Dabei kann laufend die Intensität des Magnetfeldes gemessen und somit eine Intensitätsverteilung erfaßt werden. Die höchste magnetische Feldstärke wird an der Position des Magneten 11 gemessen.

Es ist nun eine Regeleinrichtung 17 vorgesehen, die Befehle über eine Leitung 18 an den Motor 14 abgibt und gleichzeitig die jeweils nachgewiesene Magnetfeldintensität von dem Sensor 12 registriert. Der Motor wird solange betätigt, bis daß eine maximale Magnetfeldintensität von dem Sensor 12 registriert wird. In dieser Situation wird davon ausgegangen, daß der Sensor 12 dem als Positionsanzeiger dienenden Magneten 11 genau gegenübersteht.

Durch ein an dem Motor 14 angebrachtes Zählwerk 19 wird die durch den Motor 14 übertragene Bewegung registriert und es kann somit an dem Zählwerk 19 direkt die Position des Sensors 12 abgelesen werden. Hierdurch ist direkt die Position des Magneten 11 bzw. des Kolbens 6 bestimmbar. Mittels eines Temperatursensors 20 ist außerdem die Gastemperatur in dem Gasvolumen 7 bestimmbar. Es stehen somit die Größen Volumen, Temperatur des Gases und Gasdruck sowie die Art des Gases zur weiteren Bestimmung der Gasmenge zur Verfügung. Es kann zu diesem Zweck eine automatische Vorrichtung vorgesehen sein, die mit einem Druckwächter 10, dem Temperatursensor 20 und dem Zählwerk 19 des Motors verbunden ist und automatisch deren Meßwerte einliest sowie unter Berücksichtigung der gegebenen, von der Gasart abhängigen Konstanten die Gasmenge bestimmt und bei Unterschreiten einer vorgegebenen unteren Grenze der Gasmenge eine Warnung ausgibt oder den Hochspannungs-Leistungsschalter blockiert oder ausschaltet.

In den Fig. 2 und 3 sind Elemente, die in gleicher Form bereits in der Fig. 1 dargestellt sind, mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Bei der Ausführungsform gemäß der Fig. 2 wird die Position des Sensors 2 ebenso geregelt wie bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1.

In diesem Fall wird die Position des Sensors 12 nicht über ein Zählwerk an dem Motor 14 registriert, sondern mittels einer handelsüblichen Ultraschallentfernungsmesseinrichtung 21, die an dem Zylinder 1 ortsfest angeordnet ist und die Entfernung zu dem Sensor 12 bzw. zu der Halterung 15 bestimmt und zur weiteren Bestimmung der Gasmenge zur Verfügung stellt.

Bei der Ausführungsform gemäß der Fig. 3 wird die Position des Sensors 12 nicht durch Messung an dem Sensor selbst, sondern durch Registrierung der an den Motor 14 gerichteten Befehle vorgenommen. Zu diesem Zweck ist eine Auswerteeinrichtung 22 zur Erfassung und Auswertung der von dem Regelsystem 17 an den Antrieb abgegebenen Stellsignale vorgesehen, in der aus den Stellsignalen die jeweilige Position des Sensors 12 bestimmt und für eine weitere Bestimmung der Gasmenge in dem Gasvolumen 7 zur Verfügung gestellt wird.

Es kann sich bei dem Motor 14 beispielsweise um einen Schrittmotor handeln, der durch einzelne Stellimpulse jeweils um einen definierten Winkel weitergedreht wird. Mit einem solchen Schrittmotor ist eine besonders genaue Steuerung des Sensors 12 und eine zuverlässige Registrierung der Bewegung und entsprechende Erfassung der Stellung des Sensors 12 möglich.

#### Patentansprüche

1. Meßsystem zur Erfassung der Position eines in einem druckbeaufschlagbaren Zylinder (1) bewegbaren Kolbens (6), gekennzeichnet durch einen mit dem Kolben (6) verbundenen Positionsanzeiger (11), einen entlang der Bewegungsbahn des Positionsanzeigers (11) außerhalb des Zylinders (1) mittels eines Antriebs (13, 14) antreibbaren Sensors (12), der in Abhängigkeit von seiner Entfernung zu dem Positionsanzeiger (11) eine Signalstärke erfaßt, eine mit dem Sensor verbundene Regeleinrichtung (17), die Befehle an den Antrieb (13, 14) abgibt und hierdurch die Position des Sensors (12) einstellt, an dem dieser eine maximale Signalstärke erfaßt, und eine Vorrichtung (19, 21, 22) zur Erfassung der Position des Sensors.
2. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (22) zur Erfassung der Position des Sensors (12) eine Auswerteeinrichtung zur Erfassung und Auswertung der von dem Regelsystem (17) an den Antrieb (13, 14) abgegebenen Stellsignale und zur Bestimmung der Position des Kolbens (6) aus dessen Ausgangsstellung und den Stellsignalen aufweist.
3. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (19, 21) zur Erfassung der Position des Sensors (12) eine Einrichtung zur Erfassung der Aktivität des Antriebs (13, 14) und eine Einrichtung zur Bestimmung der Position des Kolbens (6) aus dessen Ausgangsstellung und der erfolgten Aktivität des Antriebs (13, 14) aufweist.
4. Meßsystem nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß der Positionsanzeiger (11) einen Magneten aufweist und daß der Sensor (12) zum Nachweis von magnetischen Feldern geeignet ist.
5. Meßsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (12) ein Ultraschallsensor ist und das zusätzlich ein Ultraschallsender zur Einstrahlung von Ultraschallsignalen in den Zylinder (1) vorgesehen ist.

6. Verfahren zur Erfassung der Position eines in einem druckbeaufschlagbaren Zylinder bewegbaren Kolbens (6), dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Kolben (6) ein Positionsanzeiger (11) verbunden ist und daß mittels einer Regeleinrichtung (17) ein Sensor (12) entlang der Bewegungsbahn des Positionsanzeigers (11) außerhalb des Zylinders (1) mittels eines Antriebs (13, 14) derart angetrieben wird, daß eine Position des Sensors (12) eingestellt wird, an der dieser eine maximale Signalstärke mißt und daß danach die Position des Sensors (12) erfaßt und hieraus die Position des Kolbens (6) bestimmt wird.

7. Verfahren zur Erfassung der innerhalb eines Zylinders (1) gespeicherten Gasmenge, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst mittels des Verfahrens gemäß Anspruch 6 die Position des Kolbens (6) erfaßt wird, daß aus der Position des Kolbens (6) das Gasvolumen bestimmt wird, daß aus dem auf den Kolben (6) wirkenden Hydraulikdruck der Gasdruck bestimmt wird, daß die Temperatur gemessen wird und daß aus den Größen Druck, Temperatur und Volumen die innerhalb des Zylinders (1) befindliche Gasmenge bestimmt und/oder zu einer Referenzgasmenge in Beziehung gesetzt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

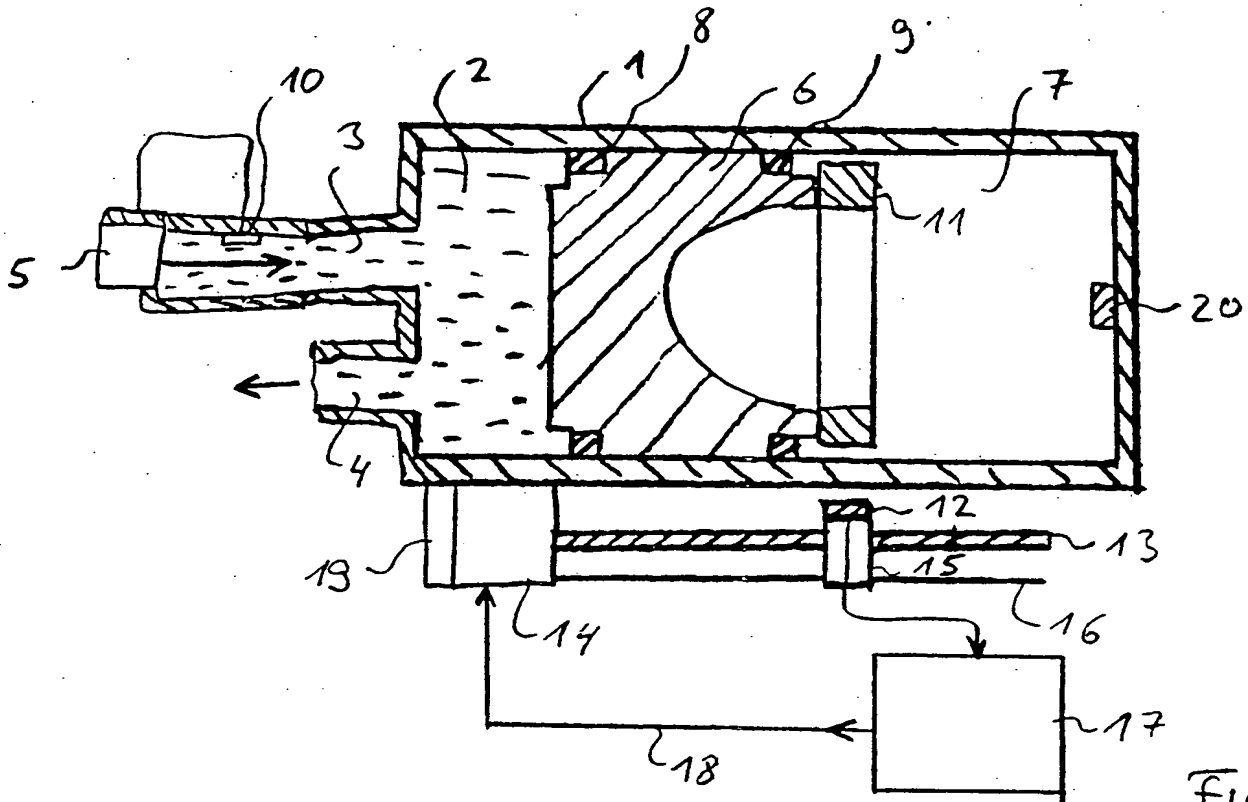


Fig 1

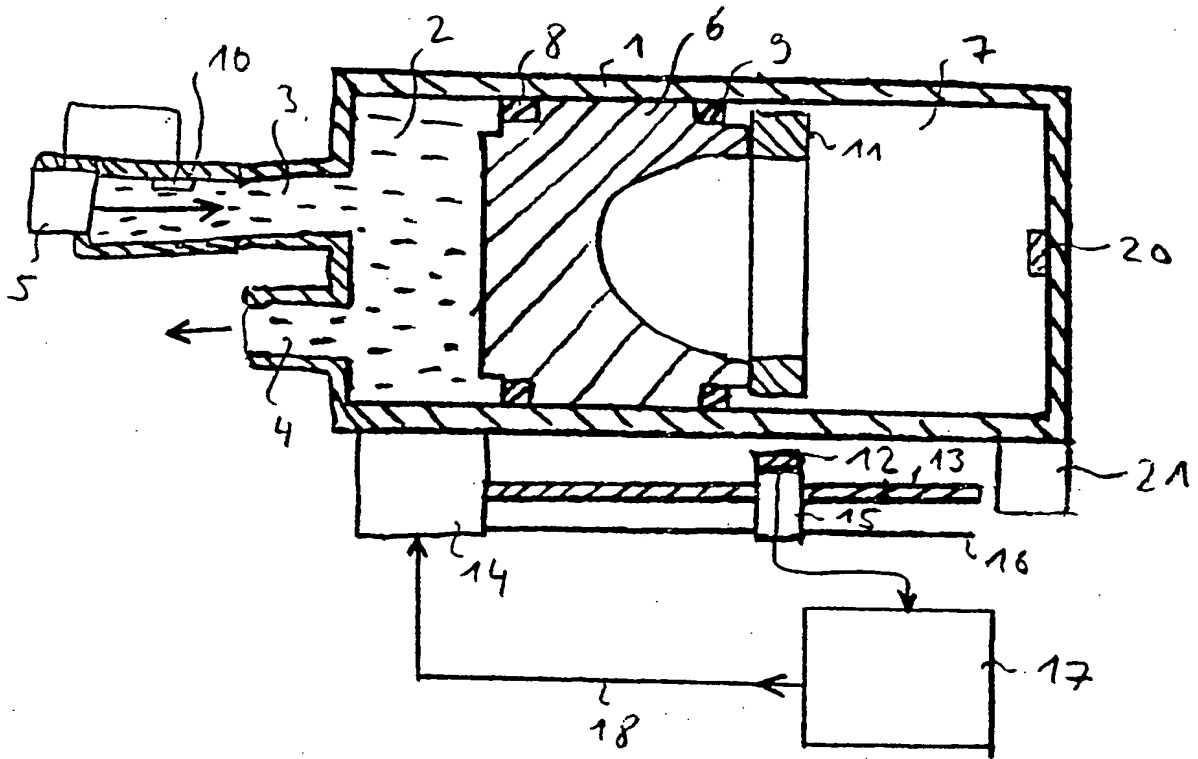


Fig 2

